

МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ МОНІТОРИНГУ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ У ЛЕГКІЙ АТЛЕТИЦІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглянуто ключові методи та засоби моніторингу фізіологічних показників у легкій атлетиці. Знання та впровадження цих методів дозволяють тренерам та фахівцям спортивної медицини своєчасно виявляти ознаки перевтоми, контролювати рівень тренуваності й оптимізувати навантаження для кожної конкретної дисципліни.

Ключові слова: засоби діагностики, моніторинг стану, спортсмени, легка атлетика.

Abstract

The work considers the key methods and means of monitoring physiological indicators in athletics. Knowledge and implementation of these methods allow coaches and sports medicine specialists to timely detect signs of overfatigue, control the level of training and optimize the load for each specific discipline.

Keywords: diagnostic tools, condition monitoring, athletes, athletics.

Розвиток сучасної спортивної науки значно розширив арсенал методів і засобів, що дають змогу відстежувати фізіологічні показники атлетів під час тренувального процесу та змагань. У легкій атлетиці, яка вирізняється різноманітністю дисциплін (спринт, середні і довгі дистанції, стрибки, метання тощо), моніторинг показників організму є критично важливим для оптимізації навантажень, запобігання травмам і досягнення високих результатів [1]. Завдяки впровадженню новітніх технологій спортивна медицина та фізіологія мають у своєму розпорядженні широкий спектр підходів – від простих методів пульсометрії до комплексних мультимодульних систем, що фіксують біосигнали в режимі реального часу.

В загальному, класифікацію засобів діагностики фізіологічного стану спортсменів можна представити у вигляді схеми, яка зображена на рисунку 1.

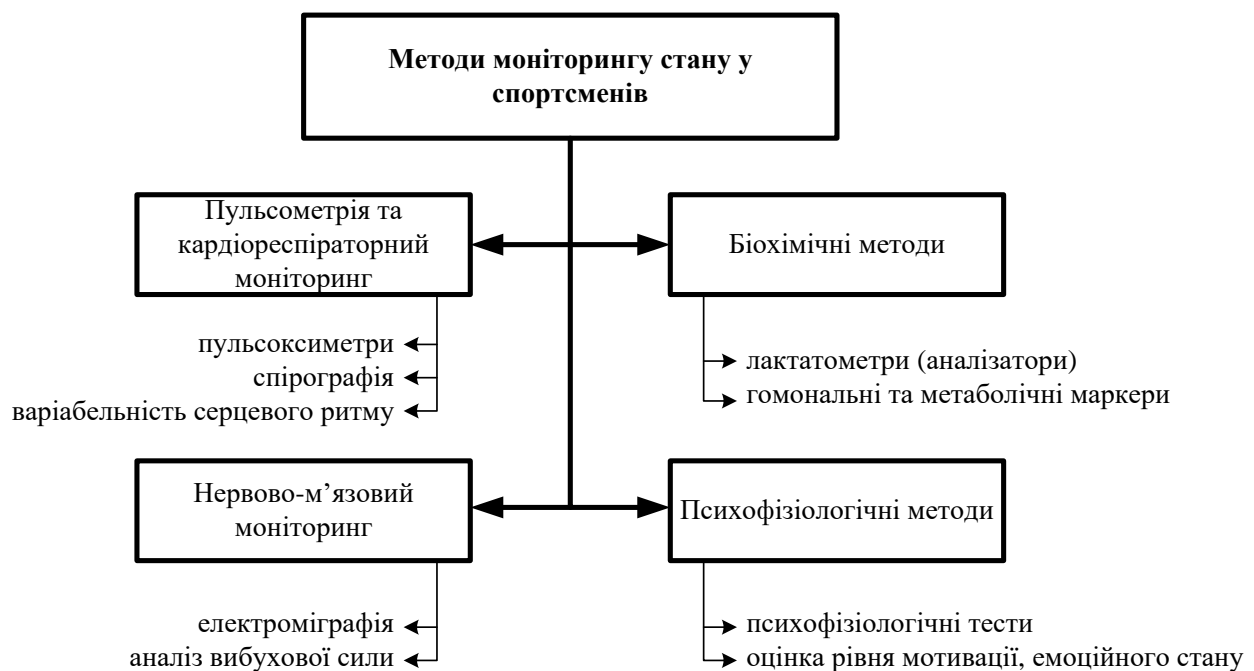


Рисунок 1 – Схема засобів для моніторингу фізіологічного стану спортсмена

1. Пульсометрія, кардіореспіраторний та нервово-м'язовий моніторинг

Одним із найпоширеніших методів у легкій атлетичі є пульсометрія – вимірювання частоти серцевих скорочень. Сучасні технології пропонують нагрудні датчики, наручні прилади та “розумні” годинники, що передають дані в реальному часі через Bluetooth чи ANT+ протокол. Ці прилади дають змогу: оперативно оцінювати інтенсивність навантаження; контролювати відновлювальні процеси та коригувати тренування для уникнення явища перетренованості [2, 3].

За допомогою спеціалізованих програмних комплексів відбувається аналіз варіабельності серцевого ритму, що є важливим показником стану вегетативної нервової системи. Низка досліджень доводить високу ефективність бездротових систем для безперервного кардіомоніторингу під час легкоатлетичних тренувань, оскільки вони враховують ще й умови оточуючого середовища (температура, вологість тощо) [2].

У бігових дисциплінах важливо оцінювати не лише роботу серця, а й ефективність дихальної системи. Спірометрія дозволяє визначити основні показники функції зовнішнього дихання – життєву ємність легень, об'єм форсованого видиху тощо. Ергоспірометрія поєднує велосипедний ергометр або бігову доріжку зі спірометричним модулем і аналізатором газів, що дає змогу: вимірювати максимальне споживання кисню, оцінювати аеробні й анаеробні пороги спортсмена, аналізувати коефіцієнт дихання (RQ). Цей метод є “золотим стандартом” для визначення рівня аеробної тренованості бігунів на середні та довгі дистанції [4]. Згідно з результатами [2], поєднання ергоспірометрії із сучасними програмно-апаратними комплексами дозволяє також враховувати зміну показників лактату та інші маркери метаболічних зрушень.

Моніторинг нервово-м'язової активності за допомогою електроміографії дозволяє оцінити: ступінь залучення м'язів під час конкретних рухових дій, баланс антагоністів і агоністів, виявити схильність до м'язових дисфункцій [2, 7].

Для легкоатлетів (особливо стрибунів, металників, спринтерів) електроміографії може допомогти зрозуміти правильність техніки, виявити слабкі ланки в русі та скоригувати тренувальний план. Застосування портативних електроміографічних-сенсорів із бездротовою передачею сигналу суттєво спрощує процес спостереження безпосередньо на тренувальному полі.

Для моніторингу вибухової сили, швидкісних характеристик і координації рухів використовують: платформні динамометри, оптичні системи фіксації руху (Optojump, Vicon), датчики прискорення (акселерометри). Ці прилади, суміщені зі спеціалізованим програмним забезпеченням, дають змогу аналізувати фази бігу, стрибка чи метання з точністю до мілісекунд. Такі дані допомагають коригувати техніку, запобігати травмам опорно-рухового апарату та підвищувати ефективність рухових дій.

2. Біохімічні методи та аналіз лактату

Рівень молочної кислоти (лактату) у крові є ключовим показником анаеробного порогу. Портативні лактатометри дають можливість швидко оцінити накопичення лактату під час або відразу після пробіжки чи іншого навантаження. Таким чином можна визначити межу, за якою м'язи починають швидко втомлюватися, адаптувати тренувальний план відповідно до індивідуальних особливостей спортсмена та відстежувати динаміку показників упродовж сезону [5].

Цей метод широко застосовується в тренуванні спринтерів та бігунів на середні дистанції, де швидко виявлення “критичної зони” дозволяє більш ефективно розподіляти навантаження.

У деяких випадках, особливо під час підготовки елітних атлетів, проводиться розширене біохімічне обстеження. Воно охоплює: рівень кортизолу, тестостерону, інсуліну; ліпідний профіль; електролітний склад крові (Na, K, Ca, Mg); показники креатинкінази, сечовини тощо. Недоліком такого дослідження є його громіздкість та тривалість, але при цьому можна найдосконаліше дослідити біохімічний стан крові спортсмена.

Зокрема, підвищення креатинкінази може свідчити про м'язові мікротравми, а відхилення в рівні кортизолу – про надмірний стрес і ризик перетренованості [6]. Дані аналізу гормонального фону нерідко узгоджують із результатами кардіореспіраторного моніторингу, щоб точно визначити межі безпечних і ефективних навантажень для конкретної дисципліни.

3. Психофізіологічні методи

Варіабельність серцевого ритму тісно пов'язана зі станом вегетативної нервової системи й може слугувати надійним інтегральним показником готовності спортсмена до навантаження. Сучасні програмні комплекси виконують спектральний аналіз варіабельності серцевого ритму, визначаючи впливи симпатичної й парасимпатичної ланок. Регулярний моніторинг цього параметру допомагає

прогнозувати ризики перетренування, виявляти проблеми зі сном і відновленням, індивідуалізувати періоди відпочинку та інтенсивних сесій.

Попри те, що легка атлетика – переважно фізично орієнтована сфера, психологічний стан впливає на результат і готовність спортсмена. Для діагностики стану спортсменів застосовують шкалу тривожності Спілберґера–Ханіна, опитувальники рівня стресу та емоційного вигорання, тести на рівень мотивації й уваги.

У поєднанні з даними фізіологічних вимірювань це дає можливість тренерам коригувати програми підготовки комплексно – зважаючи не лише на фізичний, а й на ментальний аспект [7].

Висновки

Методи та засоби моніторингу фізіологічних показників у легкій атлетичі охоплюють широкий спектр інструментів: від традиційних (пульсометрія, спірографія, лактат-тести) до високотехнологічних (аналіз біосигналів, портативна електороміографія, бездротові сенсорні системи). Їх комплексне застосування дозволяє: оптимізувати тренувальний процес з урахуванням індивідуальних особливостей спортсмена, контролювати рівень відновлення та запобігати перетренованості, вчасно виявляти дисфункції опорно-рухового апарату та інші ризики для здоров'я, підтримувати ментальний стан через інтеграцію психологічних показників у загальну картину.

Надалі технологічний прогрес забезпечуватиме ще більш точний та зручний моніторинг, що стане запорукою стабільного росту спортивних досягнень і зменшення травматизму в легкій атлетичі. Розвиток біосенсорних технологій, зокрема наносенсорів і “розумних” тканин, відкриває перспективи для ще більш детального й неперервного моніторингу спортсменів. У легкій атлетичі важливо зберігати рухову свободу, тому бездротові й мініатюрні прилади поступово витісняють стаціонарні лабораторні системи. Впровадження інтегрованих систем на основі Internet of Things дозволить створювати персоналізовані бази даних фізіологічного стану [2]. Це надасть можливість не лише оперативно коригувати тренувальний процес, а й робити довгострокові прогнози, базуючись на великих масивах даних.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Wilmore J.H. Physiology of Sport and Exercise / Wilmore J.H., Costill D.L. – Champaign, IL: Human Kinetics, 2015. – 752 p.
2. Інтелектуальні технології в медичній діагностиці, лікуванні та реабілітації: монографія / [С.В. Павлов, О.Г. Аврунін, С.М. Злепко та ін.]; за редакцією С. Павлова, О. Авруніна. – Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2019. – 260 с.
3. Malik M. et al. Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use / Malik M. et al. // Circulation. – 1996. – № 93(5). – P. 1043-1065.
4. Heck H. Lactate guidelines in sports medicine. / Heck H., Mader A. // Int J Sports Med. – 1985. – №6(2). – P. 80-89.
5. Meeusen R. Prevention, diagnosis, and treatment of the Overtraining Syndrom/ Meeusen R. et al // European Journal of Sport Science. – 2013. – №13(1). – P. 1-24.
6. Lees A. Biomechanics of triple jump techniques / Lees A., Nolan L. // Journal of Sports Sciences. – 1998. – № 16(10). – P. 53-61.
7. Методи і засоби для визначення функціонального стану спортсменів-багатоборців. / С. М. Злепко, М. В. Московко, С. В. Тимчик, С. В. Костішин. – Вінниця: ПП «ТД Едельвейс і К», 2017. – 176 с.

Конохов Олексій Юрійович – аспірант кафедри біомедичної інженерії та оптико- електронних систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, a.konokhov@gmail.com

Костішин Сергій Володимирович – кандидат техн. наук, доцент кафедри біомедичної інженерії та оптико- електронних систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, seruykost@gmail.com

Oleksiy Konokhov – postgraduate student, department of biomedical engineering and optical-electronic system, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia, a.konokhov@gmail.com

Kostishin Serhii – candidate of tech. of sciences, associate professor of the Department of biomedical engineering and optical-electronic systems, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia, seruykost@gmail.com